

コンクリート構造物の劣化部はつり範囲の特定技術に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 27～平 30

担当チーム：寒地保全技術研究グループ（耐寒材料）

研究担当者：安中新太郎、島多昭典、菊田悦二、林田宏、
内藤勲、野々村佳哲、樫木俊一、高木典彦、
川村浩二、中村直久、佐藤圭洋、高玉波夫、
高田尚人、成田徳昌、太田日出春、大山武士、
渡辺淳、鈴木哲、佐藤博知

【要旨】

本研究は、コンクリート構造物の凍害によって表面から進行する劣化に対する対策の一つである断面修復工法において、補修後に再劣化等が生じない確実な施工とするために、断面修復を施す劣化部分の範囲や深さについて、計測手法や設計手法を提案することを目的としている。凍害劣化部の断面修復においては、劣化部を確実に除去しないと再劣化の要因となることが既往の研究で明らかとなっている。一般的に補修設計時に行われている凍害劣化部の特定方法は、平面的な劣化範囲はコンクリート表面の目視と打音検査、劣化深さは限られた箇所で行ったコアによる目視や超音波伝播速度の計測等で行われている。しかしながら、劣化の進行は必ずしも一様ではないため、劣化部を部分的に残した施工となり、結果として再劣化が生じてしまった事例もある。

このことから本研究では、凍害劣化の深さや範囲を特定する手法として、既存の非破壊検査手法の適用性について検討するため、実際のコンクリート構造物による劣化調査を実施した。凍害劣化が生じやすい構造物のコンクリート端部において超音波透過法による測定を行った。さらに、再劣化の要因と推測されるコンクリート界面に残存する劣化部を含浸系塗布材で改善し、その上に断面修復材を施すことで断面修復部の耐凍害性を向上させる実験を試みた。

その結果、超音波透過法を用いて解析したコンクリート端部の劣化分布によって、ある程度の精度で劣化深さや劣化範囲を確認することができた。また、劣化部を含浸系塗布材で改善することによって凍結融解後も断面修復材との接着力が持続すること、特に有機系塗布材の改善効果は大きく、その塗布量によって改善効果が異なることを確認できた。

キーワード：断面修復工法、劣化深さと範囲、超音波透過法、残存劣化部、含浸系塗布材

1. はじめに

昨今の公共インフラの大きな課題として、増え続ける老朽化したコンクリート構造物の維持管理問題がある。積雪寒冷地のコンクリート構造物は凍害の影響を常に受ける厳しい環境にあり、老朽化したコンクリート構造物の増加と共に凍害によって劣化したコンクリートへの対策も重要な課題となっている。このようなコンクリート構造物を安心して利用するためには、適切な補修等によるコンクリート構造物の長寿命化が必要不可欠である。凍害によって劣化したコンクリートの補修対策の一つとして、コンクリートの表面の劣化部分を除去して補修材等で埋め戻す断面修復工法がある。しかし、修復後の断面修復箇所にひび割れや剥離が生じる再劣化が起きることも少なくない。このような再劣化の要因の一つは、劣化した部分を確実に除去していないことに起因することが既往の研究¹⁾²⁾³⁾で明らかとなっている。断面修復工法の補修においては、

傷んだ劣化部分を完全に除去することが原則であるが、コンクリートの劣化状態や補修範囲を的確に判断する手法が未だ十分に確立していないのが現状である。また、積雪寒冷環境下における既存補修工法の耐久性についても明確ではなく、的確な補修効果が担保されているわけではない。

本研究課題は、断面修復工法において除去する劣化部分、いわゆるはつり部分を明確化することにより、断面修復工法による補修効果の信頼性を向上させ、補修したコンクリート構造物の要求性能を出来るだけ長い期間満足させることを目的としている。したがって、補修効果が適切に得られるはつり範囲やはつり深さを特定する方法、言い換えれば、除去すべき劣化部分の範囲や深さの測定精度を向上させる方法等を検討する必要がある。コンクリートの凍害劣化の程度や劣化深さは、従来のコア採取による圧縮強度試験や既往の研究成果である超音波測定等⁴⁾⁵⁾で測定可能であるが、コ

ンクリート内部の劣化程度やその深さは一様ではない。そのため、一般的な設計におけるはつり深さや範囲は、部分的な採取コア等の情報から推定された劣化深さで設計されることが多い。その結果、実際にはつった後のはつり面に部分的に劣化部が残存している場合も多く、その状態で断面修復が施工され、結果として再劣化が生じてしまったケース¹⁾²⁾³⁾がある。

本研究は、凍害劣化の深さや範囲を特定する手法として、既存の非破壊検査手法の適用性について検討を行った。実際のコンクリート構造物において、超音波透過法による劣化調査を行い、既往の研究における測定方法⁴⁾を参考に、測点位置等を検討して劣化深さの面的な分布を把握するための測定を試みた。さらに、これらの調査結果から、断面修復箇所の耐凍害性の向上を目的として、はつり面の除去しきれない脆弱脆弱部を模擬した供試体に含浸系塗布材と塗布すること脆弱部を改善し、断面修復箇所の耐凍害性について検証する実験を行った。

2. 簡易かつ高精度の劣化深さ計測手法の提案

2.1 既存構造物の非破壊検査手法による劣化調査

2.1.1 対象構造物

調査対象とした構造物と部位は、樋門構造物のゲート支柱とした。ゲート支柱は角部が凍害劣化で欠損しやすい部位である。劣化調査では、目視においてコンクリートの劣化状態が異なる3樋門のゲート支柱を比較することとした。表-2.1に各樋門の供用年数とゲート支柱のコンクリートの状態を示す。本調査時において、A樋門は供用34年、B樋門は供用38年、C樋門は供用44年であり、A樋門とC樋門で10年の差がある。目視におけるコンクリートの劣化状態は、C樋門の劣化が一番大きく、次いでA樋門であり、B樋門はA樋門よりも供用年数は多いがA樋門よりも劣化していない状態であった。

表-2.1 各樋門の供用年数とコンクリートの劣化状態

樋門名		A樋門	B樋門	C樋門
供用年数 (建設年次)		供用34年 (1981年)	供用38年 (1977年)	供用44年 (1971年)
ゲート支柱 コンクリートの劣化状態	右岸			
	左岸			

2.1.2 測定方法

測定方法は、ゲート支柱の角部を発信・受信子で直角方向に挟んで斜めに超音波を透過させる超音波透過法で行った。なお、測定箇所を対面ではなく斜めに挟んで測定する方法を斜角法とも言い、超音波透過法の測定方法の一つ⁵⁾である。超音波透過法の原理は、一定の速度で発信子から発信される超音波がコンクリート内部を通過して受信子に到達するまでの時間を測る方法であり、コンクリートの場合、内部に空隙やひび割れ等の劣化があると、超音波は空隙等を避けながら通過するため、超音波が到達する時間は長くなる。発信子と受信子の測定間隔が同じ場合、超音波の速度は一定のため、コンクリート内部の劣化の有無で超音波の到達時間は変化する。したがって、同じ測定間隔で到達時間が長いとコンクリートは劣化していることになる。なお、コンクリートの劣化程度の評価は、測定間隔を到達時間で除すことで算出される超音波伝播速度を指標とすることが一般的であり、健全なコンクリートの一般的な超音波伝播速度の数値は、3,500~4,500m/sec程度である⁶⁾⁷⁾とされている。

測点は、図-2.1に示すように、それぞれの樋門におけるゲート支柱の端部を5cmおよび10cmの等間隔に測線を引き、各測線において5cm間隔で角部の頂点から外に向かって測点を設定した。各ゲート支柱の測線

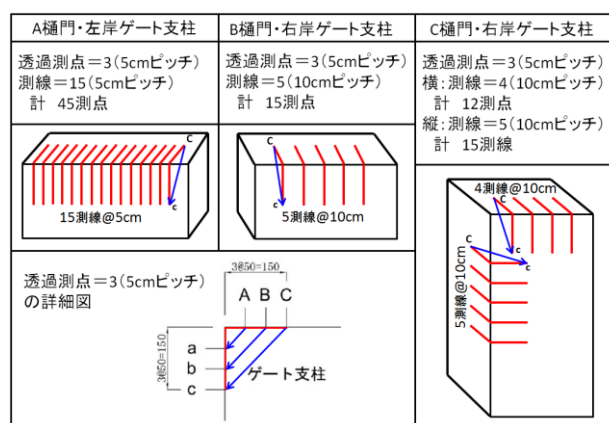


図-2.1 各ゲート支柱の超音波測点箇所



写真-2.1 超音波測定状況

数は、A樋門が15本、B樋門が5本、C樋門が横4本、縦5本とした。写真-2.1に測定状況を示す。測定で得られた到達時間から超音波伝播速度を算出し、構造物の深さ方向の超音波伝播速度分布を求めて、測定範囲におけるコンクリート内部の劣化状況（劣化深さと劣化範囲）の確認を行った。

2.1.3 測定結果

図-2.2に、各ゲート支柱の超音波伝播速度分布を示す。各ゲート支柱共に、隅角部付近に近づくほど超音波伝播速度は遅い状態となっており、隅角部から劣化の程度が大きくなっていくことがわかる。深さ方向に関しては、表面付近の超音波伝播速度は遅く、内部の超音波伝播速度が速いことから、表面のほうが劣化は大きく、表面から内部に向かって劣化が進行していることがわかる。これらの結果から、部分的に劣化している箇所や、部位毎に劣化の程度は異なっており、劣化範囲と劣化深さはやはり一様ではないことが確認できた。結果として、超音波透過法を用いたコンクリートの劣化分布を求めることで、従来的一部分のコア削孔等によって推定していた劣化深さや劣化範囲を、面的もしくは立体的に劣化程度を特定できることから、補修が必要な範囲やはつり深さの精度を向上させることが可能である。しかしながら、どの劣化程度まで除去することが一番効果的であるか、また、部分的

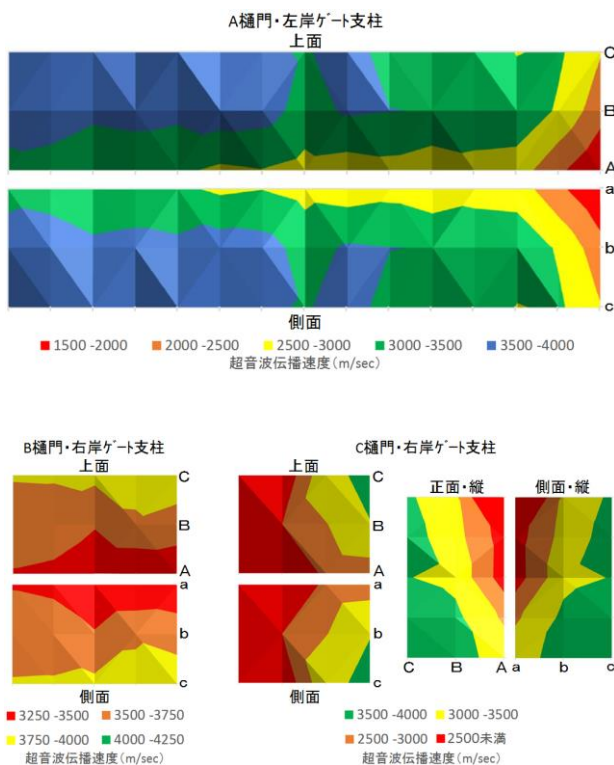


図-2.2 各ゲート支柱の超音波伝播速度分布

に除去しきれない微細ひび割れ等の影響等についての対策等を検討する必要がある。これらの問題を検討するため、残存する脆弱部を含浸系浸透材で改善させて、その上に断面修復を施す手法を試み、断面修復部の耐凍害性に対する持続効果について検証を行った。

3. 合理的なはつり範囲・深さ設計手法の提案

3.1 残存脆弱部の改善による耐凍害性向上の検証

3.1.1 供試体の作製と試験ケース

断面修復箇所のはつり後も残存する脆弱部を模擬するため、異なる2配合のコンクリートで2種類の供試体を作製し（28日間水中養生）、RILEMのCDF試験⁸⁾に準じた凍結融解試験（以下、CDF試験）とJIS A1148 A法に準拠した凍結融解試験（以下、FT試験）を実施して、供試体の一面（型枠底面）を劣化させた供試体を作製した。なお、一面から劣化させる深さを20mmとし、それ以外の面はすべてエポキシ系接着剤で保護コーティングした状態で凍結融解試験を行った。CDF試験では、試験水に濃度3%の塩水を用いて、供試体の劣化させる面（以下、劣化面）を塩水中に深さ5mmまで浸漬し、1週間吸水させた後、同様に劣化面をCDF試験容器の塩水中に深さ5mm浸漬させて凍結融解試験を14サイクルもしくは56サイクル実施して劣化した供試体を作製した。また、FT試験では凍結融解試験を100サイクル（以下、サイクルはcycと表記する）実施して劣化した供試体を作製した。この一面を劣化させた供試体に、図-3.1のイメージ図のように実構造物の側面を断面修復するケースを想定して種々の含浸系塗布材（以下、塗布材）を側面塗布し、その上から厚さ15mmの断面修復材を左官工法で下向き打設した供試体（以下、断面修復供試体）を作製した。

表-3.1に使用した含浸系塗布材（以下、塗布材）の主な諸元を示す。塗布材Aは主成分がけい酸リチウムの固化型含浸材であり、塗布材B、C、Dは主成分がエポ

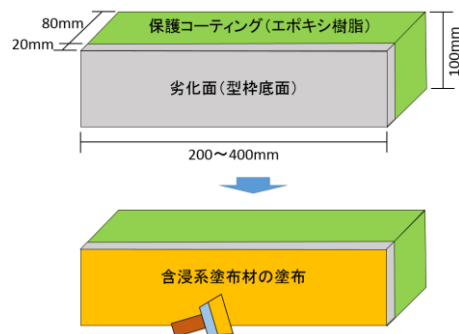


図-3.1 含浸系塗布材の塗布イメージ

キシ樹脂系の含浸系塗布材である。塗布材 B は一液の湿気硬化型、塗布材 C と D は二液の反応硬化型であり、攪拌直後の粘度と硬化後の強度等の性能がそれぞれ異なる材料である。なお、塗布材 B は断面修復時に材料メーカー推奨の一液型接着プライマーを併用する仕様とした。断面修復材には一般的に使用されている SBR 系のポリマーセメントモルタルを使用した。

表-3.2 に試験ケースを示す。CDF 試験では 100×100×200mm の角柱、FT 試験では 100×100×400mm の角柱を使用した。凍害劣化が進行しやすい nonAE コンクリートと一般に現場で使用されている耐凍害性のある AE コンクリートの 2 種類の供試体を用いた。塗布材は 4 種類と異なる塗布量 (標準と 2 倍) の 8 ケースとした。試験ケースの表の「先 14cyc」は、先行した CDF 試験で 14cyc の凍害劣化が生じた状態の劣化面に塗布材を塗布するケースを意味する。例えば、「先 56-再 28cyc」および「先 56-再 56cyc」は、先に CDF 試験を 56cyc 行った供試体の劣化面に塗布材を塗布して断面修復した後、再度 CDF 試験を 28cyc および 56cyc 行うケースである。なお、「先 0-再 28cyc」は劣化なしの状態に塗布材の塗布を行わず、断面修復後に CDF 試験を 28cyc 行ったケ

表-3.1 含浸系塗布材の主な諸元

含浸系塗布材	A	B	C		D
	けい酸リチウム 一液・固化型	一液・湿気硬化型	二液・反応固化型	二液・反応固化型	
主成分等		エポキシ樹脂			
粘度 (mPa·s)※	10以下	150±100 (23℃)	300±200 (20℃)	30 (23℃)	
曲げ強さ (N/mm ²)※	—	2.6	70以上	—	
接着プライマー	なし	有 (エポキシ樹脂系)	なし	なし	

※ カタログ値

表-3.2 試験ケース

凍結融解方法	コンクリート	含浸塗布材	無塗布	塗布材A	塗布材B	塗布材C	塗布材D	断面修復厚さ (mm)				
		試験ケース	塗布量 (g/m ²)									
CDF 試験	nonAE	先14cyc	—	400	—	—	—	—				
	AE	先56-再28cyc	0	400	800	150	300	200	400	800	15	
		先56-再56cyc	0	400	—	150	—	200	—	400	—	15
		先0-再28cyc	0	—	—	—	—	—	—	—	—	15
FT試験	nonAE	先100cyc-再FT	0	400	800	150	300	200	400	800	15	

※ CDF試験は100×100×200mm角柱、FT試験 (JIS A1148 A法) は100×100×400mm角柱を使用

ースである。また、FT 試験の「先 100cyc-再 FT」は、CDF 試験と同様に先に FT 試験の 100cyc で劣化させた面に塗布材と断面修復を施した後に、再度 FT 試験を実施するケースを意味する。後述する試験結果では、例えば、塗布材 A1 の先 56-再 28cyc は「A1(56-28)」と表記する。

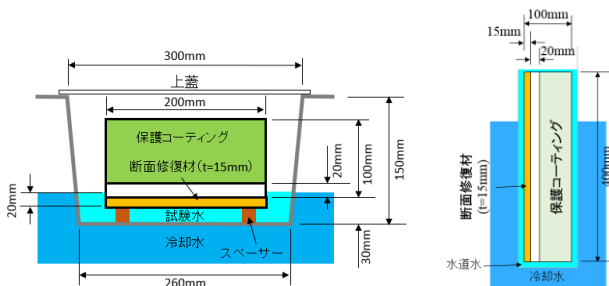
3.1.2 再 CDF 試験と再 FT 試験

作製した各ケースの断面修復供試体に再度凍結融解作用を与えて断面修復後の耐凍害性の評価を行うための CDF 試験 (以下、再 CDF 試験) と FT 試験 (以下、再 FT 試験) を行った。

再 CDF 試験では、先の CDF 試験と同様の方法で所定のサイクル数を実施して断面修復供試体に再劣化を生じさせた。図-3.2 に示すように、塩水中に浸漬させる深さは断面修復材の厚さ 15mm を含めて母材コンクリートの界面から 5mm までとした。このような水分供給の状態は、界面に水分が供給されて凍害劣化により断面修復材が剥離する現象を再現させるためである。また、FT 試験では供試体は水没するが、保護コーティングにより再 CDF 試験と同様に界面から水分が供給される状態とし、凍結融解サイクルは断面修復材が剥離するまで、もしくは 600cyc までとした。

3.1.3 超音波透過法による改善深さの測定

コンクリートの劣化程度を判定し、塗布材による劣化部の改善程度を判断する方法として上述した超音波透過法による測定を行った。測点は図-3.3 に示すよう



再 CDF 試験 再 FT 試験

図-3.2 凍結融解試験のイメージ

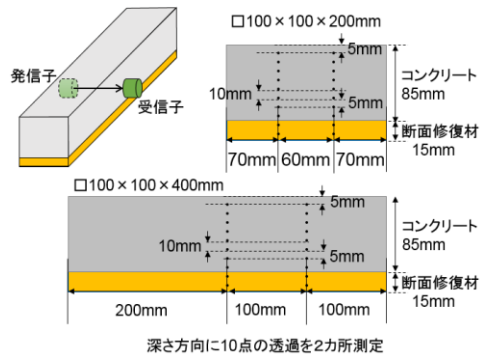


図-3.3 超音波透過法の測点位置

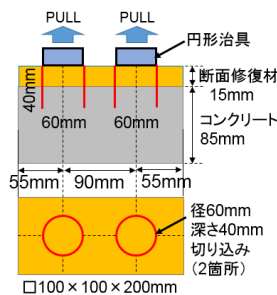


図-3.4 接着力試験方法 (建研式)

に、断面修復材から深さ方向に10mm毎に5~95mmの範囲で計10点とした。なお、保護コーティング部はコーティングを介して行った。測定は、CDF試験後あるいはFT試験後、塗布材の塗布後あるいは断面修復材の打設後、および再CDF試験後に行った。

3.1.4 接着力試験による改善効果の検証

図-3.4に示すように、再CDF試験後の断面修復供試体の2箇所で作研式による接着力試験を行った。断面修復材の表面からφ60mmの円形切り込みを深さ40mmの位置まで入れ、円形治具をエポキシ系接着剤により装着して試験を実施した。試験後、治具に付着したコンクリート片の8箇所の厚さを平均した破壊深さと最大接着強度を2箇所の平均で求めた。

3.2 実験結果

3.2.1 塗布材の改善深さと破壊位置

図-3.5に、CDF試験において、無塗布Nと各塗布材の先56-再26cycの各試験ケースおよび無塗布Nの先0-再28cycの試験ケースにおける超音波伝播速度と接着力試験における破壊位置（表面からの深さ）を示す。補修前（先56cyc後）では、CDF試験による凍害劣化によって母材コンクリートと断面修復材との界面（劣化面）付近の超音波伝播速度（以下、超音波速度）が大きく低下しており、さらに劣化面から深さ方向に向かって超音波速度が増加していることから、劣化面から内部に向かって劣化が進行したことがわかる。この状態に各塗布材を塗布して断面修復を施した結果、超音波速度は全体的に大きく増加したことから、塗布材の浸透・固化もしくは硬化によって劣化部分が緻密化

して改善されたと考えられる。

劣化部がない無塗布 N(0-28)のケースでは、再CDF試験後も超音波速度に変化がなく再劣化のない健全な補修状態であるが、劣化部に断面修復した N(56-28)では、再CDF試験後に超音波速度が大きく低下して再劣化の状態となった。接着力試験による破壊位置はほぼ界面付近であり、界面付近に水分が供給され凍害劣化が進行したことで接着力が低下したと考えられる。

塗布材 A のケースでは、補修後に内部の劣化部から健全な範囲まで超音波速度が全体的に増加している。これは塗布材が健全部にも浸透してより緻密化したと推測される。再CDF試験後には元の劣化にほぼ近い状態まで超音波速度が戻っており、破壊位置も無塗布 N と同様にほぼ界面付近で破壊している。しかし、無塗布 N(56-28)よりも超音波速度は低下していないことから再劣化はある程度抑制されている。

塗布材 B のケースでは、塗布材 A ほどではないが塗布後の超音波速度は増加しており、劣化部が改善されていることが伺える。塗布量の多い B2 の方がより深部まで浸透している結果となったが、破壊位置は、B1 は塗布材の浸透最深部付近、B2 は再CDF後の超音波速度が一番低い位置となった。無塗布 N(56-28)よりも超音波速度は低下していないことから、塗布材 B によって再劣化が抑制されたとと言える。

塗布材 C のケースは塗布材 B とほぼ同様の結果であったが、塗布量の多い C2 の再CDF後は超音波速度が大きく低下する結果となった。これは、塗布材 C は粘度が少し高く硬化も速いことから微細な空間等への

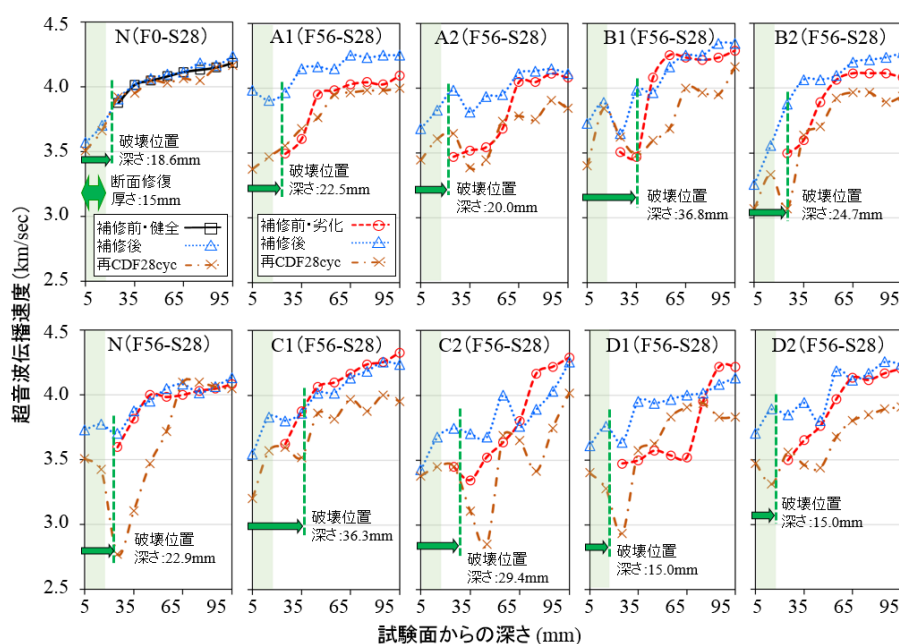


図-3.5 補修前後と再CDF試験後の超音波伝播速度と接着力試験の破壊位置

充填が低かったためと推測する。

塗布材Dのケースでは、塗布後の超音波速度が増加していることから母材コンクリートが改善されたことは確認できた。再CDF試験後も他のケースと同様に母材コンクリートの超音波速度が低下する結果となった。しかし、他の樹脂系と異なり塗布量に関わらず2ケースとも界面破壊となったことから、断面修復材との接着力が元々弱いことが考えられる。

これらの結果から、塗布量が多くなると母材コンクリートの深部まで塗布材は浸透するが、耐凍害性の向上には劣化の状態に適した塗布量や浸透状態が存在すると推測される。また、塗布材と断面修復材の種類によってはお互いの接着の相性が良くない組合せもあることが伺える。

3.2.2 最大接着強度

図-3.6に各ケースにおける再CDF試験後の接着力試験による最大接着強度とスケーリング量との関係を示す。塗布材Dを除き、塗布材A、B、Cは無塗布のNよりも最大接着強度が全体的に大きくなっている。上述した破壊位置の結果から、塗布材による劣化部の改善効果によって断面修復材とコンクリートとの接着力は向上したと言える。また、凍結融解サイクルの多い再56cycにおいて最大接着強度もスケーリング量も低下していることから、塗布材による劣化部の改善を施し

ても凍結融解回数が増加すると凍害劣化は進行して断面修復部の品質は低下していくことがわかる。しかし、塗布材AとBは、凍結融解サイクルが多くなっても無塗布Nの最大接着強度を上回っていることから、再劣化が抑制されて耐凍害性が向上していると言える。なお、塗布量が多くなると最大接着強度は若干低下する傾向が見られた。これは、塗布量2倍では表面に塗布材が多く残っていたことから、この劣化程度（超音波伝播速度で約3.5km/sec）に対して塗布量が多過ぎて逆流し充填不良になったことが原因であると考えられる。これを裏付ける結果は後述する。また、塗布材Dは、最大接着強度が極端に低いことから、塗布材と断面修復材との接着の相性が悪い組合せであると思われる。

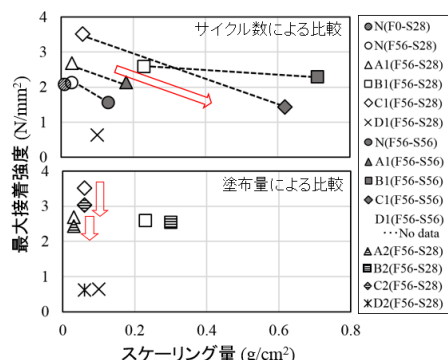


図-3.6 最大接着強度とスケーリング量の関係

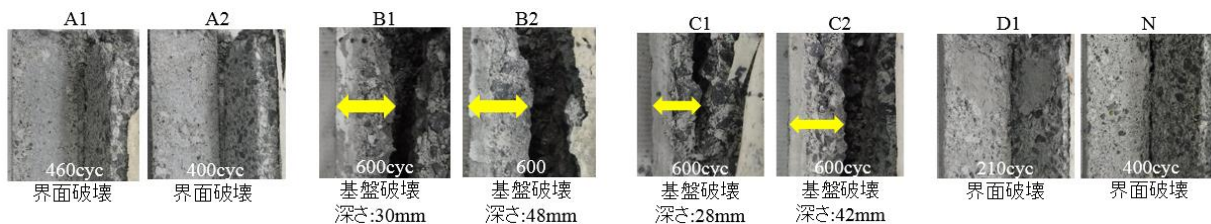
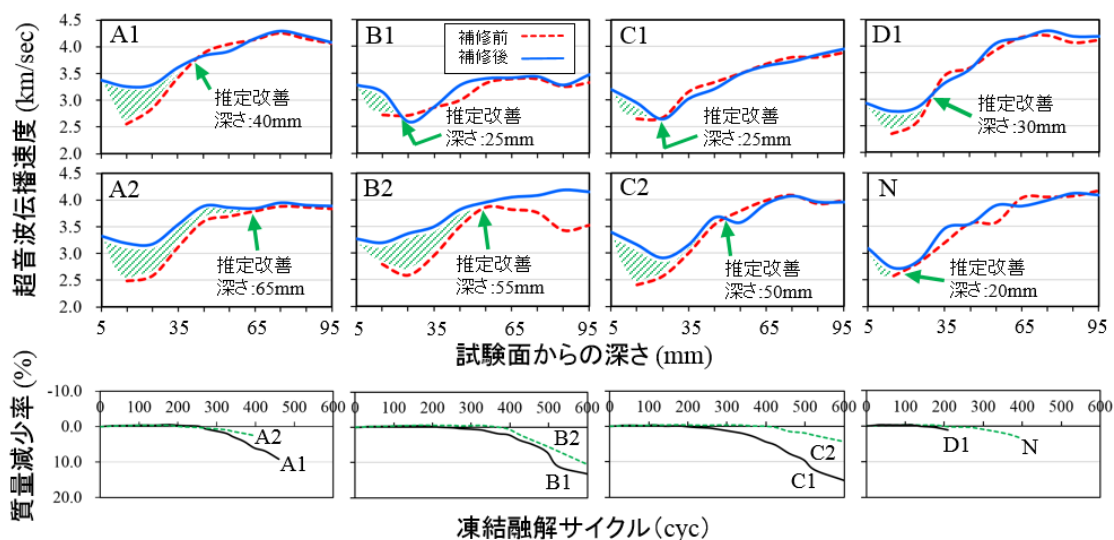


図-3.7 再 FT 試験後の超音波伝播速度と再 FT 試験の質量減少率および断面修復材の剥離状態

3.2.3 断面修復効果の持続性

図-3.7 に、FT 試験において、断面修復供試体の超音波測定結果、再 FT 試験における質量減少率および断面修復材の剥離状態を示す。塗布材を塗布したすべてのケースにおいて、塗布後の界面付近の超音波速度が一様に増加していることから、塗布材による劣化部の改善が認められる。質量減少率は塗布材 D を除いたすべてのケースで 300cyc 前後から徐々に大きくなり、塗布材 A、D および無塗布 N は凍結融解サイクル途中で断面修復材が剥離した。塗布材 B と C は 600cyc 終了後も剥離が生じなかった。断面修復材の剥離状態を確認すると、凍結融解サイクル中に剥離した塗布材 A、D および無塗布 N では、断面修復材はコンクリートとの界面で剥離が生じていた。これは CDF 試験の結果とほぼ同様の結果である。一方、塗布材 B と C は、600cyc 終了後の状態において、母材コンクリートに長手方向に大きなひび割れが見られた。木槌で断面修復材の側面を数回打撃するとその大きなひび割れから断面修復材に母材コンクリートが附着した状態で剥離した。その剥離厚さをメジャーで測定すると、超音波測定において推定した改善深さとほぼ一致していた。このことから、改善された範囲で再劣化が抑制され、断面修復材と母材コンクリートとの接着力が持続し、断面修復箇所の耐凍害性が向上したと言える。

ここで塗布量に関して、FT 試験での先行劣化の程度は超音波伝播速度 2.5km/sec 程度であり、前述した CDF 試験 (3.5km/sec 程度) よりも劣化の程度は大きかったが、塗布量 2 倍でも塗布材は表面にほぼ残らず浸透していた。塗布材 B と C の剥離厚さから塗布量 2 倍の方が深く改善されていることから、より深くまで浸透・充填ができれば断面修復箇所の耐凍害性は向上できると推測する。すなわち、劣化の程度によって適正量が存在することが伺える。なお、塗布材 D は、再 CDF 試験の結果と同様に界面破壊が早いサイクルで生じたことから接着の相性の問題であることが確信できた。

以上のように、母材コンクリートのはつり面の劣化部に含浸系塗布材を塗布してから断面修復を行った結果、劣化部が塗布材によって改善され、断面修復箇所の耐凍害性が向上できることを検証した。特に、樹脂系の含浸系塗布材は耐凍害性の向上に効果があることが明らかとなった。しかし、塗布材の塗布量によって改善効果に影響することも確認できたことから、劣化の程度に対応する適正量の検討が今後の課題である。

4. まとめ

本研究で得られた研究結果をまとめると以下の通りである。

- (1) 実構造物の劣化調査において、超音波透過法を用いて求めた劣化分布によって、補修が必要な範囲やはつり深さをある程度の精度で特定することが可能である。
- (2) はつり面の除去しきれない残存脆弱部を含浸系塗布材によって改善することで、断面修復材と母材コンクリートとの接着強度が増加し、断面修復箇所の耐凍害性が向上することを確認した。ただし、劣化の程度によって塗布量が改善効果に影響することも確認した。
- (3) 樹脂系の含浸系塗布材は、断面修復箇所の耐凍害性の向上に非常に有効であり、接着力の持続効果が見込まれる。しかし、塗布材と断面修復材の種類によっては接着性に問題が生じるケースもある。

今後、含浸系塗布材の改善効果による塩化物イオンや水等の劣化因子の遮断効果や防錆効果の検証、および試験施工による実構造物への適用方法等について検討を行っていく。

参考文献

- 1) コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル (案) : 土木研究所資料, 第 4343 号, V 不具合事例集, 2016.8
- 2) 河川樋門コンクリートの凍害劣化と再劣化に関する調査 : 内藤勲, 田口史雄, 石谷隆始, 畠秀樹, 出合寿勇, 寒地土木研究所月報, No.678, 報文, pp.17-26, 2009.11
- 3) A study on Re-deterioration of Surface-coated Sluice Structures due to Frost Damage : Isao Naitoh, Fumio Taguchi, Fracture Mechanics of Concrete and Concrete Structures (FramCoS-7), pp.1077-1083, 2010.5
- 4) 補修したコンクリート構造物の凍害による再劣化診断手法に関する検討 : 内藤勲, 田口史雄, 畠秀樹, 第 66 回 (平成 23 年度) 土木学会年次学術講演会, pp.143-144, 2011.9
- 5) 魚本健人, 加藤潔, 広野進 : コンクリート構造物の非破壊検査, 森北出版, p.29, 1990
- 6) 魚本健人, 加藤潔, 広野進 : コンクリート構造物の非破壊検査, 森北出版, pp.37-39, 1990
- 7) コンクリート診断技術 10 [基礎編] : 公益社団法人日本コンクリート工学会, p.113, 2010.1
- 8) Jochen Stark ほか (訳: 太田利隆ほか) : コンクリートの耐久性第 2 版, 社団法人セメント協会, pp.200-202, 2003.8

TECHNIQUES TO DETERMINE THE RANGE OF DETERIORATION TO BE REMOVED FROM CONCRETE STRUCTURE

Budget : Grants for operating expenses General account

Research Period : FY2015-2018

Research Team : Cold-Region Maintenance Engineering
Research Group (Materials Research
Team)

Author : YASUNAKA Shintaro, SHIMATA Akinori, KIKUTA
Etsuji, HAYASHIDA Hiroshi, NAITOH Isao,
NONOMURA Yoshinori, KASHIKI Syunichi,
TAKAGI Norihiko, KAWAMURA Koji,
NAKAMURA Naohisa, SATO Takahiro,
TAKADAMA Namio, TAKADA Naoto, NARITA
Norimasa, OOTA Hideharu, OYAMA Takeshi,
WATANABE Jun, SUZUKI Satoshi, SATO Hirotomo

Abstract :

One of remedial measures for concrete structures is a patching repair method, by which degraded area is removed and restored with the application of new concrete or repairing materials. However, existing studies have pointed out that further deterioration occurs due to frost damage unless the degraded area is removed and repaired completely. Currently, repair designs are based on results from limited areas of examination. As a consequence, it is often the case that a structure given a patching repair method undergoes recurring deterioration because the degraded area partially remains.

In this context, this study has focused on techniques to improve the accuracy of assessing the range and depth of deterioration. In this study, an attempt has been made to comprehend the planar distribution of deterioration depth and range within an existing concrete structure by using an ultrasonic transmission method which is already known as a non-destructive inspection method.

As a result, the ultrasonic transmission method enabled us to grasp the distribution of deterioration degree at the end of concrete member but the removal depth and range could not be clearly established.

Further, an experiment has been carried out for enhancing the resistance to frost damage of the repaired parts by strengthening the remaining weakened parts using the penetrant materials.

As the results, in this experiment that, by using this improvement method, the bonding between the substrate concrete and the patching material is maintained after the freeze-thaw cycles. It concluded that the improvement effect of the organic penetrant material is particularly high and the improvement effect differs according to the amount of the penetrant materials.

Key words : patching repair method, deterioration depth and range, ultrasonic transmission method, weakened parts, the penetrant materials